

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6257388号
(P6257388)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int. Cl.	F I	
HO2J 3/46 (2006.01)	HO2J 3/46	
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00	B
HO2J 7/10 (2006.01)	HO2J 7/10	B
HO2J 3/32 (2006.01)	HO2J 7/10	H
HO2J 3/38 (2006.01)	HO2J 7/10	P
請求項の数 6 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2014-47460 (P2014-47460)	(73) 特許権者	000000284
(22) 出願日	平成26年3月11日(2014.3.11)		大阪瓦斯株式会社
(65) 公開番号	特開2015-173517 (P2015-173517A)		大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
(43) 公開日	平成27年10月1日(2015.10.1)	(74) 代理人	110001818
審査請求日	平成29年1月4日(2017.1.4)		特許業務法人R&C
		(72) 発明者	平井 友之
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	仲尾 国広
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
		(72) 発明者	八切 好司
			大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号
			大阪瓦斯株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 電力供給システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

複数個の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を前記自己システム同士の間にも備える電力供給システムであって、

前記自己接続線は、前記自立インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1自己接続線と、前記自立インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2自己接続線とで構成され、

前記相互接続線は、前記連繋インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1相互接続線と、前記連繋インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2相互接続線とで構成され、

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ、並びに、前記連繋インバータ装置に対して電力融通制御及び第1充電制御を行わせる制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置を用いて、前記自立インバータ装

10

20

置が前記第2自己接続線を用いて接続されている前記交流線での電力の電圧を目標電圧とし及び前記交流線での電力の周波数を前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせ、並びに、

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムと他の前記自己システムとの間で前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する前記第1相互接続線と前記第2相互接続線との間に設けられる前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、並びに、

前記第1充電制御として、一つの前記蓄電装置への充電開始条件が満たされたと判定すると、当該一つの蓄電装置に対して前記第1相互接続線を用いて接続されている前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの蓄電装置を有する前記自己システムにおいて行われる前記電力品質制御のために前記自立インバータ装置から前記交流線へ供給される電力と前記一つの蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、前記第2相互接続線から前記第1相互接続線へと供給させて前記一つの蓄電装置への充電を行わせるように構成されている電力供給システム。

【請求項2】

複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

複数個の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を前記自己システム同士の間にも備える電力供給システムであって、

前記自己接続線は、前記自立インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1自己接続線と、前記自立インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2自己接続線とで構成され、

前記相互接続線は、前記連繋インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1相互接続線と、前記連繋インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2相互接続線とで構成され、

複数個の前記自己システムのうちの一つの前記自己システムの前記蓄電装置と外部の電力システムとの間を外部接続線を用いて接続する充電用インバータ装置と、

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ及び前記連繋インバータ装置に対して電力融通制御を行わせ及び前記充電用インバータ装置に対して第2充電制御を行わせる制御装置とを備え、

前記外部接続線は、前記充電用インバータ装置と前記電力システムとを接続するための第1外部接続線と、前記充電用インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第2外部接続線とで構成され、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの自己システムが有する前記蓄電装置を用いて、前記自立インバータ装置が前記第2自己接続線を用いて接続されている前記交流線での電力の電圧を目標電圧とし及び前記交流線での電力の周波数を前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせ、並びに、

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムと他の前記自己システムとの間で前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する前記第1相互接続線と前記第2相互接続線との間に設けられる前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、並びに、

10

20

30

40

50

前記第2充電制御として、前記充電用インバータ装置に対して前記第2外部接続線を用いて接続されている一つの前記蓄電装置への充電開始条件が満たされたと判定すると、前記充電用インバータ装置に対して、当該一つの蓄電装置を有する前記自己システムにおいて行われる前記電力品質制御のために前記自立インバータ装置から前記交流線へ供給される電力と前記一つの蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、前記第1外部接続線から前記第2外部接続線へと供給させて前記一つの蓄電装置への充電を行わせるように構成されている電力供給システム。

【請求項3】

前記制御装置は、

前記蓄電装置を構成する複数のセルによる合計電圧が基準電圧未満のとき、前記蓄電装置への前記目標充電電力を、前記合計電圧と一定の基準電流との積によって導出する定電流充電を行い、

前記合計電圧が前記基準電圧以上のとき、前記蓄電装置への前記目標充電電力を、前記基準電圧と目標充電電流との積によって導出する定電圧充電を行い、

前記目標充電電流を、前記一定の基準電流を初期値とし、時間経過と共に電流を減少させる電流曲線によって決定し、前記電流曲線を、前記蓄電装置を構成するセルの劣化度合い及び温度の少なくとも何れか一方に基づいて決定する請求項1又は2に記載の電力供給システム。

【請求項4】

前記制御装置は、前記蓄電装置を構成する複数のセルのセル電圧のうちの最高セル電圧と目標充電電流との関係式に基づいて、現在の前記最高セル電圧に対応する目標充電電流を決定し、当該目標充電電流と前記蓄電装置を構成する複数のセルによる合計電圧との積を、前記蓄電装置への前記目標充電電力として導出し、

前記関係式では、前記最高セル電圧が高くなるほど、前記目標充電電流が小さくなる関係が設定されている請求項1又は2に記載の電力供給システム。

【請求項5】

前記制御装置は、設定時刻に到達すると前記充電開始条件が満たされたと判定する請求項1～4の何れか一項に記載の電力供給システム。

【請求項6】

前記制御装置は、前記蓄電装置の蓄電量が下限蓄電量未満になると前記充電開始条件が満たされたと判定する請求項1～5の何れか一項に記載の電力供給システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、蓄電装置と交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、複数個の自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの自己システムが有する蓄電装置と他の一つの自己システムが有する交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を自己システム同士の間にも備える電力供給システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、その蓄電装置と交流線とを接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備えるような電力供給システムが提案されている。例えば、特許文献1（国際公開第2010/103650号）に記載の電力供給システムは、複数個の自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの自己システムが有する蓄電装置と他の一つの自己システムが有する交流線とを接続する連繋インバータ装置を自己システム同士の間にも備えている。更に、複数個の自己システムのそれぞれの自立インバータ装置を、交流線での電力の電圧が目標電圧となるように及び交流線での電力の周波数が蓄電装置の蓄電量に応じて決定する目標周波数と

10

20

30

40

50

なるように動作させ、及び、一つの連繋インバータ装置を介して電氣的に接続されている二つの自己システムに関して、目標周波数の高い方の自己システムから目標周波数の低い方の自己システムへ電力を供給するように連繋インバータ装置の動作を制御している。つまり、各自己システムの交流線での電力の周波数は蓄電装置の蓄電量を反映した値となっているので、連繋インバータ装置は、電氣的に接続されている二つの自己システムに関して、各交流線の周波数を検出するだけで、何れの自己システムの蓄電装置の蓄電量が多いのかを知ることができる。そして、その検出した周波数の値の大小に応じて、各自己システム間で電力の融通を行うことで、各自己システムの蓄電装置の蓄電量の均等化を図ることができる。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2010/103650号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述した従来の電力供給システムでは、自立インバータ装置は、交流線での電力の電圧及び周波数を所定の値とするために蓄電装置を用いている。つまり、自立インバータ装置が交流線での電力の電圧及び周波数を所定の値に制御している間、蓄電装置から交流線へ自立インバータ装置を介して電流が流れ出すことや、交流線から蓄電装置へ自立インバータ装置を介して電流が流れ込むことなどが発生する。

20

従来の電力供給システムでは、このような電力品質制御のために常時利用されている蓄電装置に対して、どのような充電を行えば良いのかは不明であった。

【0005】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、蓄電装置を用いて交流線の電力品質を維持する電力品質制御を行いながら蓄電装置への充電も行うことができる電力供給システムを提供する点にある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための本発明に係る電力供給システムの特徴構成は、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

30

複数の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を前記自己システム同士の間にも備える電力供給システムであって、

前記自己接続線は、前記自立インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1自己接続線と、前記自立インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2自己接続線とで構成され、

前記相互接続線は、前記連繋インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1相互接続線と、前記連繋インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2相互接続線とで構成され、

40

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ、前記連繋インバータ装置に対して電力融通制御及び第1充電制御を行わせる制御装置を備え、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの自己システムが有する前記蓄電装置を用いて、前記自立インバータ装置が前記第2自己接続線を用いて接続されている前記交流線での電力の電圧を目標電圧とし及び前記交流線での電力の周波数を前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせ、並びに、

50

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムと他の前記自己システムとの間で前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する前記第1相互接続線と前記第2相互接続線との間に設けられる前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、並びに、

前記第1充電制御として、一つの前記蓄電装置への充電開始条件が満たされると判定すると、当該一つの蓄電装置に対して前記第1相互接続線を用いて接続されている前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの蓄電装置を有する前記自己システムにおいて行われる前記電力品質制御のために前記自立インバータ装置から前記交流線へ供給される電力と前記一つの蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、前記第2相互接続線から前記第1相互接続線へと供給させて前記一つの蓄電装置への充電を行わせるように構成されている点にある。

10

【0007】

上記特徴構成によれば、自立インバータ装置が電力品質制御を行うことで、交流線の電力の電圧及び周波数を所定の値に制御することができる。特に、電力品質制御では、交流線の電力の周波数が、蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数となるように制御される。つまり、各自己システムの交流線での電力の周波数(目標周波数)には、蓄電装置の蓄電量に関する情報が与えられていることになる。その結果、蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへ電力を融通させるための電力融通制御を行うとき、それぞれの自己システムの交流線での電力の周波数を見るだけで、何れの自己システムの蓄電装置の蓄電量が大きいのかを容易に判別できる。

20

更に、制御装置は、電力品質制御を行いながら蓄電装置への充電を行うときの第1充電制御として、電力品質制御のために自立インバータ装置から交流線へ供給される電力と蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、第2相互接続線から第1相互接続線へと供給させる。つまり、第2相互接続線から第1相互接続線へと供給された電力は、電力品質制御のために自立インバータ装置から交流線へ供給される電力と、蓄電装置への目標充電電力とに分けて利用される。その結果、蓄電装置への目標充電電力の充電と、その蓄電装置を用いた電力品質制御とを共に実施することができる。

30

【0008】

本発明に係る電力供給システムの別の特徴構成は、複数の電力需要者が接続されている交流線と、蓄電装置と、前記蓄電装置と前記交流線との間を自己接続線を用いて接続する自立インバータ装置とを有する自己システムを複数個備え、

複数個の前記自己システムが電氣的に直列接続されるように、一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置と他の一つの前記自己システムが有する前記交流線との間を相互接続線を用いて接続する連繋インバータ装置を前記自己システム同士の間にも備える電力供給システムであって、

前記自己接続線は、前記自立インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1自己接続線と、前記自立インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2自己接続線とで構成され、

40

前記相互接続線は、前記連繋インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第1相互接続線と、前記連繋インバータ装置と前記交流線とを接続するための第2相互接続線とで構成され、

複数個の前記自己システムのうちの一つの前記自己システムの前記蓄電装置と外部の電力系統との間を外部接続線を用いて接続する充電用インバータ装置と、

前記自立インバータ装置に対して電力品質制御を行わせ及び前記連繋インバータ装置に対して電力融通制御を行わせ及び前記充電用インバータ装置に対して第2充電制御を行わせる制御装置とを備え、

前記外部接続線は、前記充電用インバータ装置と前記電力系統とを接続するための第1

50

外部接続線と、前記充電用インバータ装置と前記蓄電装置とを接続するための第2外部接続線とで構成され、

前記制御装置は、

前記電力品質制御として、一つの前記自己システムが有する前記自立インバータ装置に対して、当該一つの前記自己システムが有する前記蓄電装置を用いて、前記自立インバータ装置が前記第2自己接続線を用いて接続されている前記交流線での電力の電圧を目標電圧とし及び前記交流線での電力の周波数を前記蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせ、並びに、

前記電力融通制御として、一つの前記自己システムと他の前記自己システムとの間で前記相互接続線を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線を構成する前記第1相互接続線と前記第2相互接続線との間に設けられる前記連繋インバータ装置に対して、当該一つの自己システム及び当該他の自己システムのそれぞれにおける前記交流線での前記目標周波数に基づいて、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから、前記蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへと電力を融通させ、並びに、

前記第2充電制御として、前記充電用インバータ装置に対して前記第2外部接続線を用いて接続されている一つの前記蓄電装置への充電開始条件が満たされたと判定すると、前記充電用インバータ装置に対して、当該一つの蓄電装置を有する前記自己システムにおいて行われる前記電力品質制御のために前記自立インバータ装置から前記交流線へ供給される電力と前記一つの蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、前記第1外部接続線から前記第2外部接続線へと供給させて前記一つの蓄電装置への充電を行わせるように構成されている点にある。

【0009】

上記特徴構成によれば、自立インバータ装置が電力品質制御を行うことで、交流線の電力の電圧及び周波数を所定の値に制御することができる。特に、電力品質制御では、交流線の電力の周波数が、蓄電装置の蓄電量に応じて決定される目標周波数となるように制御される。つまり、各自己システムの交流線での電力の周波数（目標周波数）には、蓄電装置の蓄電量に関する情報が与えられていることになる。その結果、蓄電装置の蓄電量が相対的に大きい自己システムから蓄電装置の蓄電量が相対的に小さい自己システムへ電力を融通させるための電力融通制御を行うとき、それぞれの自己システムの交流線での電力の周波数を見るだけで、何れの自己システムの蓄電装置の蓄電量が大きいのかを容易に判別

できる。更に、制御装置は、電力品質制御を行いながら蓄電装置への充電を行うときの第2充電制御として、電力品質制御のために自立インバータ装置から交流線へ供給される電力と蓄電装置への目標充電電力との和の電力を、第1外部接続線から第2外部接続線へと供給させる。つまり、第1外部接続線から第2外部接続線へと供給された電力は、電力品質制御のために自立インバータ装置から交流線へ供給される電力と、蓄電装置への目標充電電力とに分けて利用される。その結果、蓄電装置への目標充電電力の充電と、その蓄電装置を用いた電力品質制御とを共に実施することができる。

【0010】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記制御装置は、前記蓄電装置を構成する複数のセルによる合計電圧が基準電圧未満のとき、前記蓄電装置への前記目標充電電力を、前記合計電圧と一定の基準電流との積によって導出する定電流充電を行い、前記合計電圧が前記基準電圧以上のとき、前記蓄電装置への前記目標充電電力を、前記基準電圧と目標充電電流との積によって導出する定電圧充電を行い、前記目標充電電流を、前記一定の基準電流を初期値とし、時間経過と共に電流を減少させる電流曲線によって決定し、前記電流曲線を、前記蓄電装置を構成するセルの劣化度合い及び温度の少なくとも何れか一方に基づいて決定する点にある。

【0011】

上記特徴構成によれば、複数のセルによる合計電圧が基準電圧未満である状態、即ち、複数のセルによる合計の蓄電量が相対的に小さい状態では、相対的に大きな一定の基準電

流を流すという定電流充電を行うことで、急速に充電を行うことができる。これに対して、複数のセルによる合計電圧が基準電圧以上である状態、即ち、複数のセルによる合計の蓄電量が相対的に大きい状態では、上記基準電流を初期値として時間経過と共に電流を減少させるといった定電圧充電を行うことで、過充電を抑制できる。

更に、電流曲線は、実際のセルの劣化度合い、及び、セルの劣化の進行し易さに関係するセルの温度の少なくとも何れか一方に応じて決定されるので、充電時におけるセルの劣化を抑制するような設定が可能となる。

【0012】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記制御装置は、前記蓄電装置を構成する複数のセルのセル電圧のうちの最高セル電圧と目標充電電流との関係式に基づいて、現在の前記最高セル電圧に対応する目標充電電流を決定し、当該目標充電電流と前記蓄電装置を構成する複数のセルによる合計電圧との積を、前記蓄電装置への前記目標充電電力として導出し、前記関係式では、前記最高セル電圧が高くなるほど、前記目標充電電流が小さくなる関係が設定されている点にある。

10

【0013】

上記特徴構成によれば、目標充電電流と複数のセルによる合計電圧との積を目標充電電力とすると、その目標充電電流は、最高セル電圧が高くなるほど目標充電電流が小さくなる関係が設定されている関係式に従って決定される。つまり、複数のセルのうち、セル電圧が最高となっているセル（最高セル電圧のセル）は、蓄電量が最大となっているセルであるので、そのセルに対する過充電の抑制を目的にしながら、全セルに対して充電が行われる。

20

【0014】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記制御装置は、設定時刻に到達すると前記充電開始条件が満たされたと判定する点にある。

【0015】

上記特徴構成によれば、設定時刻において定期的に充電開始条件が満たされたと判定して、蓄電装置の充電を行うことができる。例えば、1日の中で電力需要が増大する時間帯の前に上記設定時刻を設定しておけば、電力需要が増大する時間帯に先立って充電開始条件が満たされたと判定されて、蓄電装置への蓄電が行われる。その結果、電力需要が増大する時間帯に先立って、電力需要者に対する電力の供給余力を大きくしておくことができる。

30

【0016】

本発明に係る電力供給システムの更に別の特徴構成は、前記制御装置は、前記蓄電装置の蓄電量が下限蓄電量未満になると前記充電開始条件が満たされたと判定する点にある。

【0017】

上記特徴構成によれば、蓄電装置の蓄電量が下限蓄電量未満になったタイミング、即ち、蓄電装置から電力需要者に対する電力の供給余力が低下したタイミングで充電開始条件が満たされたと判定して、蓄電装置への充電を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1実施形態の電力供給システムの構成を示す図である。

【図2】蓄電装置の概略的な構造を示す図である。

【図3】第1充電制御を説明する図である。

【図4】各電力 P_a , P_b , P_c の例を示すグラフである。

【図5】目標充電電力の例を示すグラフである。

【図6】蓄電装置を構成する複数のセルのセル電圧のうちの最高セル電圧と目標充電電流との関係式の例を示すグラフである。

【図7】第3実施形態の電力供給システムの構成を示す図である。

【図8】第2充電制御を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

40

50

【 0 0 1 9 】

< 第 1 実施形態 >

以下に図面を参照して第 1 実施形態の電力供給システムの構成について説明する。

図 1 は、第 1 実施形態の電力供給システムの構成を示す図である。この電力供給システムは、複数の電力需要者 D が接続されている交流線 1 と、蓄電装置 4 と、蓄電装置 4 と交流線 1 との間を自己接続線 2 を用いて接続する自立インバータ装置 5 とを有する自己システム 10 を複数個備え、複数個の自己システム 10 が電氣的に直列接続されるように、一つの自己システム 10 が有する蓄電装置 4 と他の一つの自己システム 10 が有する交流線 1 との間を相互接続線 3 を用いて接続する連繋インバータ装置 9 を自己システム 10 同士の間にも備える。自己接続線 2 は、自立インバータ装置 5 と蓄電装置 4 とを接続するための第 1 自己接続線 2 a (2) と、自立インバータ装置 5 と交流線 1 とを接続するための第 2 自己接続線 2 b (2) とで構成される。相互接続線 3 は、連繋インバータ装置 9 と蓄電装置 4 とを接続するための第 1 相互接続線 3 a (3) と、連繋インバータ装置 9 と交流線 1 とを接続するための第 2 相互接続線 3 b (3) とで構成される。また、電力供給システムは、自立インバータ装置 5 に対して電力品質制御を行わせ、連繋インバータ装置 9 に対して電力融通制御及び第 1 充電制御を行わせる制御装置 C を備える。

図 1 では、自己システム 10 A (10) と自己システム 10 B (10) という二つの自己システム 10 が連繋インバータ装置 9 を介して接続されている状態を例示しているが、電力供給システムが備える自己システム 10 の数に制限は無い。

【 0 0 2 0 】

電力需要者 D は、交流線 1 から供給される電力を消費する電力消費装置 6 を有する。或いは、電力需要者 D は、電力消費装置 6 に加えて、発電装置 7 を有してもよい。電力消費装置 6 としては、例えば照明装置や空調装置などの一般的な装置だけでなく、その動作のために電力を消費する様々な装置を利用できる。発電装置 7 としては、太陽光や風力などの自然エネルギーを利用して発電する太陽光発電装置や風力発電装置や、燃料を利用して発電する燃料電池などの様々な装置を利用できる。尚、図 1 に示すように、自己システム 10 において、交流線 1 に発電装置 7 が単体で接続される場合もある。また、交流線 1 に接続される電力需要者 D の数や、その電力需要者 D が備える電力消費装置 6 や発電装置 7 の数や組み合わせは図示した例に限定されない。

【 0 0 2 1 】

蓄電装置 4 は、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池などの蓄電池（化学電池）を利用できる。

【 0 0 2 2 】

自立インバータ装置 5 及び連繋インバータ装置 9 は、入力される電力を、所望の電圧、周波数、位相の電力に変換して出力できる電力変換装置である。例えば、自立インバータ装置 5 及び連繋インバータ装置 9 は、半導体スイッチング素子などを有する回路部（図示せず）、及び、その半導体スイッチング素子のスイッチング動作を制御する制御部（図示せず）などで構成される。そして、それらの半導体スイッチング素子のオン・オフが切り換えられることで、入力電力から出力電力への電力変換動作が行われる。

【 0 0 2 3 】

制御装置 C は、上記自立インバータ装置 5 及び上記連繋インバータ装置 9 の動作を制御可能な装置である。例えば、制御装置 C は、情報の入出力機能及び記憶機能及び演算処理機能などを有する装置である。尚、制御装置 C の機能は、自立インバータ装置 5 及び連繋インバータ装置 9 の夫々が有する制御部（図示せず）の何れか一つがマスター制御部として機能し、他の制御部がマスター制御部と情報通信を行いながらスレーブ制御部として機能することにより実現することができる。或いは、制御装置 C の機能は、自立インバータ装置 5 及び連繋インバータ装置 9 の夫々が有する制御部（図示せず）とは別に設けられ、それらの制御部と情報通信可能に構成されるマスター制御部によって実現することができる。

【 0 0 2 4 】

そして、制御装置Cは、それぞれの自己システム10内での電力品質制御と、複数の自己システム10の間での電力融通制御とを行う。電力品質制御は、自己システム10の交流線1での電力の品質を一定に保つことを目的とする制御である。電力融通制御は、各自己システム10の蓄電装置4の蓄電量の均等化を目的とする制御である。

【0025】

電力品質制御について補足すると、交流線1の電力は、電力需要者Dの電力消費装置6によって消費されるが、電力消費装置6は、通常、この電力供給システムとは別の外部の商用電力系統から供給される電力によって動作することを前提としている。つまり、電力消費装置6は、商用電力系統から供給される電力の周波数に応じて動作するように設計されている。そのため、電力消費装置6に対して供給される電力の周波数が異なれば、厳密にはそれらの装置の動作も異なってしまう。従って、それぞれの自己システム10の交流線1での電力の周波数を所定範囲内に保つという電力品質制御を行う必要がある。

10

【0026】

そこで、電力品質制御として、制御装置Cは、一つの自己システム10が有する自立インバータ装置5に対して、その一つの自己システム10が有する蓄電装置4を用いて、その自立インバータ装置5が第2自己接続線2bを用いて接続されている交流線1での電力の電圧を目標電圧とし及び交流線1での電力の周波数をその蓄電装置4の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせる。蓄電装置4の蓄電量についての情報は、蓄電装置4から自立インバータ装置5に対して伝達されてもよいし、或いは、蓄電装置4から制御装置Cに伝達され、更に制御装置Cから自立インバータ装置5に対して伝達されるように構成されてもよい。

20

【0027】

例えば、一つの自己システム10において、発電装置7から交流線1への供給電力が、交流線1からの電力消費装置6による受電電力(負荷電力)よりも少ない状態(即ち、交流線1が負荷過多の状態)であるとき、交流線1の電力の電圧は目標電圧より小さくなる。その場合、制御装置Cは、自立インバータ装置5から交流線1へ電力を供給させることで(即ち、蓄電装置4側から自立インバータ装置5を介して交流線1側への放電を行わせることで)、交流線1での電圧を上昇させるような電力品質制御を行う。

これに対して、一つの自己システム10において、発電装置7から交流線1への供給電力が、交流線1からの電力消費装置6による受電電力よりも多い状態(即ち、交流線1が発電過多の状態)であるとき、交流線1の電力の電圧は目標電圧より大きくなる。その場合、制御装置Cは、交流線1から自立インバータ装置5へと電力を引き込むことで(即ち、交流線1から自立インバータ装置5を介して蓄電装置4側へ充電を行わせることで)、交流線1での電圧を低下させるような電力品質制御を行う。

30

【0028】

電力融通制御について補足すると、各自己システム10では、交流線1の電力品質を維持する機能は、蓄電装置4を利用した自立インバータ装置5の電力品質制御によって担われるが、その電力品質制御が実施されることで蓄電装置4の蓄電量がどの程度増減するのかは、複数の自己システム10の間で様々である。そのため、時間経過に伴って、各自己システム10の蓄電装置4の蓄電量に差異が生じることがある。このような場合、蓄電装置4の蓄電量が多い自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が少ない自己システム10へ、電力の融通を行うことができれば、各自己システム10間での蓄電装置4の蓄電量の均等化のために好ましい。

40

【0029】

そこで、電力融通制御として、制御装置Cは、一つの自己システム10と他の自己システム10との間で相互接続線3を用いて電力を融通するとき、当該相互接続線3を構成する第1相互接続線3a(3)と第2相互接続線3b(3)との間に設けられる連繋インバータ装置9に対して、当該一つの自己システム10及び当該他の自己システム10のそれぞれにおける交流線1での目標周波数に基づいて、蓄電装置4の蓄電量が相対的に大きい自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が相対的に小さい自己システム10へと電力

50

を融通させる。

【0030】

例えば、図1に示したように、一つの連繋インバータ装置9を介して電氣的に接続されて互いに隣接している二つの自己システム10A、10Bに関して、その一つの連繋インバータ装置9は、それぞれの蓄電装置4の蓄電量に応じて決定されている目標周波数に基づいて、蓄電装置4の蓄電量が相対的に大きい自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が相対的に小さい自己システム10へと電力を融通する。具体的には、連繋インバータ装置9は、自己システム10Aの交流線1の周波数 f_A に関する情報と、自己システム10Bの交流線1の周波数 f_B に関する情報とを取得してそれらの値を比較し、その周波数の比較により判明する、蓄電装置4の蓄電量が相対的に大きい自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が相対的に小さい自己システム10へと電力を融通する。ここで、連繋インバータ装置9が取得する交流線1の周波数に関する情報は、各自己システム10A、10Bの交流線1での実際の電力の周波数(=目標周波数)を検出して得た値であってもよく、或いは、その目標周波数を決定する自立インバータ装置5から伝達される目標周波数値であってもよい。

10

【0031】

次に、上述した電力品質制御において、目標周波数がどのようにして決定されるのかを説明する。

本実施形態では、自立インバータ装置5は、交流線1での電力の周波数が蓄電装置4の蓄電量が大きくなるにつれて高くなる関係で決定される目標周波数となるように制御する。この関係式の例としては、蓄電装置4の蓄電量の関数で決定する周波数変動値(例えば蓄電量が大きいほど周波数変動値が大きくなる関係など)を交流線1の基準周波数(例えば60Hz)に対して加算して得られる値を目標周波数とするようなものがある。この場合、目標周波数： f と、基準周波数： f_0 と、周波数変動値： Δf との関係は以下の(数式1)で表すことができる。また、周波数変動分： Δf は、蓄電量(State Of Charge)： $[SOC]$ と定数A、Bを用いて以下の(数式2)で表すことができる。

20

【0032】

$$f = f_0 + \Delta f \quad \dots \dots \dots (数式1)$$

$$f = A \times [SOC] + B \quad \dots \dots \dots (数式2)$$

【0033】

自立インバータ装置5は、蓄電装置4の蓄電量が大きくなるほど交流線1の目標周波数が大きくなるような上記関係式を予め内部メモリなどに記憶しておき、その関係式に従った制御を行う。このように、交流線1の実際の周波数(即ち、目標周波数)は、その交流線1に自立インバータ装置5を介して接続されている蓄電装置4の蓄電量が反映されることになる。

30

【0034】

次に、蓄電装置4へ充電を行う第1充電制御について説明する。

図2は、蓄電装置4の概略的な構造を示す図である。図示するように、蓄電装置4は、複数のセル4aを直列接続及び並列接続して構成されている。尚、図2に示した蓄電装置4の構造は例示目的で記載したものであり、適宜変更可能である。例えば、セル4aの直列接続数及び並列接続数は適宜変更可能である。また、本実施形態の蓄電装置4は、各セル4aの電圧及び温度などを検出するセル管理ユニット4bと、全セルを流れる電流を計測する電流センサ4cと、電流センサ4c及びセル管理ユニット4bからの情報に基づいて蓄電装置4の状態(例えば、上述した蓄電量： SOC)を判定する制御ユニット4dとを備える。

40

【0035】

セル管理ユニット4bは、各セル4aの電圧を測定する電圧測定手段4bvとしての機能、及び、各セル4aの温度を検出する温度測定手段4btとしての機能を有している。

また、制御ユニット4dは、電流センサ4cで測定される電流についての情報と、電圧測定手段4bv(セル管理ユニット4b)で測定される電圧についての情報とを得ること

50

ができるので、結果として蓄電装置 4 の内部抵抗を導出することができる。蓄電装置 4 の劣化が有る（劣化の進行度合いが大きい）場合、その内部抵抗は大きくなる。つまり、制御ユニット 4 d は、上述のように導出した蓄電装置 4 の内部抵抗についての情報に基づいて、蓄電装置 4 の劣化度合いを知ることができる。

【 0 0 3 6 】

セル管理ユニット 4 b が得た各セル 4 a の電圧及び温度についての情報や、電流センサ 4 c で測定された電流についての情報は、制御ユニット 4 d に伝達される。更に、必要に応じて蓄電装置 4 から制御装置 C へと伝達される。また、蓄電装置 4 の内部抵抗についての情報（蓄電装置 4 の劣化度合いについての情報）も、必要に応じて蓄電装置 4 から制御装置 C へと伝達される。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 は、第 1 充電制御を説明する図である。図示するように、制御装置 C は、第 1 充電制御として、一つの蓄電装置 4 への充電開始条件が満たされたと判定すると、その一つの蓄電装置 4 に対して第 1 相互接続線 3 a を用いて接続されている連繋インバータ装置 9 に対して、その一つの蓄電装置 4 を有する自己システム 1 0 において行われる電力品質制御のために自立インバータ装置 5 から交流線 1 へ供給される電力 P_c とその一つの蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b との和の電力 P_a を、第 2 相互接続線 3 b から第 1 相互接続線 3 a へと供給させてその一つの蓄電装置 4 への充電を行わせるように構成されている。このような制御が行われることで、各自己システム 1 0 では、電力品質制御を行いながら、蓄電装置 4 への充電を並行して行うことができる。尚、制御装置 C は、電力品質制御のために自立インバータ装置 5 から交流線 1 へ供給される電力 P_c について、例えば、自立インバータ装置 5 から交流線 1 へ流れる電流値と、交流線 1 での電圧値との伝達を受けて、それらの積を導出することにより知ることができる。

20

尚、本実施形態では、各電力 P_a , P_b , P_c について、図 3 中に矢印で示す方向を正の方向としている。つまり、「 $P_a = P_b + P_c$ 」という関係が成立する。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、上述した各電力 P_a , P_b , P_c の例を示すグラフである。図 4 では、電力 P_c を、「自立インバータ装置 5 での調節電力： P_c 」と表記している。この電力 P_c は、図 3 において矢印で示したように、自立インバータ装置 5 を介して蓄電装置 4 側から交流線 1 側へと向かう方向を正方向としている。また、図 4 では、電力 P_a を、「連繋インバータ装置 9 での調節電力： P_a 」と表記している。この電力 P_a は、図 3 において矢印で示したように、連繋インバータ装置 9 を介して第 2 相互接続線 3 b 側から第 1 相互接続線 3 a 側へと向かう方向を正方向としている。

30

【 0 0 3 9 】

尚、この第 1 充電制御において、「連繋インバータ装置 9 での調節電力： P_a 」が負の電力となること、即ち、連繋インバータ装置 9 を介して第 1 相互接続線 3 a 側から第 2 相互接続線 3 b 側へと電力が向かうこともある。また、「自立インバータ装置 5 での調節電力： P_c 」が負の電力となること、即ち、自立インバータ装置 5 を介して交流線 1 側から蓄電装置 4 側へと電力が向かうこともある。

【 0 0 4 0 】

一例を挙げると、一つの自己システム 1 0 において、発電装置 7 から交流線 1 への供給電力が、交流線 1 からの電力消費装置 6 による受電電力よりも多い状態（即ち、交流線 1 が発電過多の状態）であるとき、上述したように、制御装置 C は、交流線 1 から自立インバータ装置 5 へと電力を引き込むようにその自立インバータ装置 5 を動作させる（即ち、交流線 1 から自立インバータ装置 5 を介して蓄電装置 4 側へ充電を行わせる）ような電力品質制御を行う。つまり、「自立インバータ装置 5 での調節電力： P_c 」は、図 3 において矢印で示す方向とは逆の方向に向かう負の電力となる、即ち、「 $P_a = P_b + P_c$ 」という関係式において電力： P_c が負の電力となる。従って、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b が電力 P_c よりも小さければ、電力 P_a も負の電力となる。具体的には、この場合、「自立インバータ装置 5 での調節電力： P_c 」が蓄電装置 4 側へと向かうため、電力 P_c

40

50

が、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b よりも大きければ、余剰電力 ($= P_c - P_b$) が発生する。そして、この余剰電力 ($= P_c - P_b$) の大きさが、連繋インバータ装置 9 を介して第 1 相互接続線 3 a 側から第 2 相互接続線 3 b 側へと向かう「連繋インバータ装置 9 での調節電力: P_a (負の電力)」の大きさとなる。

尚、「自立インバータ装置 5 での調節電力: P_c 」が、図 3 において矢印で示す方向とは逆の方向に向かう負の電力となったとしても、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b がその電力 P_c よりも大きければ、「 $P_a = P_b + P_c$ 」という関係式において電力 P_a は正の電力となる。従って、連繋インバータ装置 9 を介して第 2 相互接続線 3 b 側から第 1 相互接続線 3 a 側へと電力 P_a が向かう。

以上のように、電力 P_c の大きさ及びその正負と、電力 P_b の大きさとに応じて、電力 P_a の大きさ及びその正負が決まる。

【 0 0 4 1 】

上述した充電開始条件としては、時刻に関する条件又は蓄電装置 4 の蓄電量に関する条件、或いは、それらの両方である。

具体的には、前者の場合、制御装置 C は、設定時刻に到達すると充電開始条件が満たされたと判定する。このように、時刻に関する条件を充電開始条件として採用することで、設定時刻において定期的に充電開始条件が満たされたと判定して、第 1 充電制御による蓄電装置 4 の充電を行うことができる。例えば、1 日の中で電力需要が増大する時間帯の前に上記設定時刻を設定しておけば、電力需要が増大する時間帯に先立って充電開始条件が満たされたと判定されて、蓄電装置 4 への蓄電が行われる。その結果、電力需要が増大する時間帯に先立って、電力需要者 D に対する電力の供給余力を大きくしておくことができる。

後者の場合、制御装置 C は、蓄電装置 4 の蓄電量が下限蓄電量未満になると充電開始条件が満たされたと判定する。この下限蓄電量のレベルは適宜設定可能である。このように、蓄電装置 4 の蓄電量に関する条件を充電開始条件として採用することで、蓄電装置 4 の蓄電量が下限蓄電量未満になったタイミング、即ち、蓄電装置 4 から電力需要者 D に対する電力の供給余力が低下したタイミングで充電開始条件が満たされたと判定して、第 1 充電制御による蓄電装置 4 への充電を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

次に、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b について説明する。

図 5 は、目標充電電力 P_b の例を示すグラフである。本実施形態では、制御装置 C は、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a による合計電圧が基準電圧未満のとき、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b を、合計電圧と一定の基準電流との積によって導出する定電流充電を行い、合計電圧が基準電圧以上のとき、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b を、基準電圧と目標充電電流との積によって導出する定電圧充電を行い、目標充電電流を、一定の基準電流を初期値とし、時間経過と共に電流を減少させる電流曲線によって決定し、その電流曲線を、蓄電装置 4 を構成するセル 4 a の温度及び劣化度合いの少なくとも何れか一方に基づいて決定する。

【 0 0 4 3 】

このように、複数のセル 4 a による合計電圧が基準電圧未満である状態、即ち、複数のセル 4 a による合計の蓄電量が相対的に小さい状態では、相対的に大きな一定の基準電流を流すという定電流充電を行うことで、急速に充電を行うことができる。これに対して、複数のセル 4 a による合計電圧が基準電圧以上である状態、即ち、複数のセル 4 a による合計の蓄電量が相対的に大きい状態では、上記基準電流を初期値として時間経過と共に電流を減少させるという定電圧充電を行うことで、過充電を抑制できる。

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、制御装置 C は例えば内部メモリなどの記憶手段 (図示せず) に 4 種類の電流曲線 (パターン A ~ パターン D) を記憶している。そして、制御装置 C は、4 種類の電流曲線のうち、目標充電電流の決定に用いる電流曲線を、蓄電装置 4 を構成するセル 4 a の温度及び劣化度合いの少なくとも何れか一方に基づいて決定する。つまり、本実施

10

20

30

40

50

形態では、電流曲線は、実際のセル 4 a の劣化度合い、及び、セル 4 a の劣化の進行し易さに関係するセル 4 a の温度の少なくとも何れか一方に応じて決定されるので、充電時におけるセル 4 a の劣化を抑制するような設定が可能となる。尚、何れの電流曲線（パターン A ~ パターン D）においても、充電開始から時刻 t_a に至るまでは（即ち、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a による合計電圧が基準電圧 V_r 未満の間は）、一定の基準電流 I_r が充電電流となる。そして、このような充電を継続することで、合計電圧が徐々に上昇する。これらの基準電流 I_r 及び基準電圧 V_r は何れの電流曲線（パターン A ~ パターン D）であっても同じである。充電開始から時刻 t_a に至るまでは、目標充電電力 P_b は、合計電圧 V_1 と基準電流 I_r （ $= I_1$ ）との積によって導出される。

【 0 0 4 5 】

具体的には、以下の表 1 に例示するように、制御装置 C は、セル 4 a の温度のみに基づいて電流曲線を選択する場合、温度測定手段 4 b t で測定した温度が相対的に低い場合（セル 4 a の劣化が相対的に進行し難い場合）にはパターン A の電流曲線を選択し、温度が相対的に高い場合（セル 4 a の劣化が相対的に進行し易い場合）にはパターン C の電流曲線を選択する。図 5（a）に示すパターン A の電流曲線及び図 5（c）に示すパターン C の電流曲線から分るように、パターン C の電流曲線の方が、パターン A の電流曲線よりも、時刻 t_a 以降において、時間経過に伴う目標充電電流の減少速度が大きく設定されている。つまり、時刻 t_a 以降は、目標充電電力は、基準電圧 V_r （ V_2 ）と目標充電電流 I_2 との積によって導出されるので、パターン C の方が、パターン A よりも、時間経過に伴う目標充電電力の減少速度が大きく設定されていることになる。このように、電力供給システムは、蓄電装置 4 の温度を測定する温度測定手段 4 b t を備え、制御装置 C は、蓄電装置 4 の温度に応じて予め用意されている複数の電流曲線のうち、温度測定手段 4 b t で測定される蓄電装置 4 の温度に対応する電流曲線を選択する。

【 0 0 4 6 】

また、制御装置 C は、セル 4 a の劣化度合い（例えば、上述した「内部抵抗」）のみに基づいて電流曲線を選択する場合、セル 4 a の劣化度合いが相対的に低い（内部抵抗が相対的に低い）場合にはパターン A の電流曲線を選択し、劣化度合いが相対的に高い場合にはパターン B の電流曲線を選択する。このように、電力供給システムは、蓄電装置 4 の劣化度合いを測定する劣化測定手段としての制御ユニット 4 d を備え、制御装置 C は、蓄電装置 4 の劣化度合いに応じて予め用意されている複数の電流曲線のうち、劣化測定手段としての制御ユニット 4 d で測定される蓄電装置 4 の劣化度合いに対応する電流曲線を選択する。

【 0 0 4 7 】

或いは、制御装置 C は、セル 4 a の温度及び劣化度合いの組み合わせに基づいて電流曲線を選択する場合、セル 4 a の温度が相対的に低く且つ劣化度合いが相対的に低い場合にはパターン A の電流曲線を選択し、セル 4 a の温度が相対的に低く且つ劣化度合いが相対的に高い場合にはパターン B の電流曲線を選択し、セル 4 a の温度が相対的に高く且つ劣化度合いが相対的に低い場合にはパターン C の電流曲線を選択し、セル 4 a の温度が相対的に高く且つ劣化度合いが相対的に高い場合にはパターン D の電流曲線を選択する。このように、電力供給システムは、蓄電装置 4 の温度を測定する温度測定手段 4 b t と、蓄電装置 4 の劣化度合いを測定する劣化測定手段としての制御ユニット 4 d とを備え、制御装置 C は、蓄電装置 4 の温度及び劣化度合いの組合せに応じて予め用意されている複数の電流曲線のうち、温度測定手段 4 b t で測定される蓄電装置 4 の温度及び劣化測定手段（制御ユニット 4 d）で測定される蓄電装置 4 の劣化度合いの組合せに対応する電流曲線を選択する。

【 0 0 4 8 】

10

20

30

40

【表 1】

		劣化度合い	
		低	高
温度	低	パターン A	パターン B
	高	パターン C	パターン D

【 0 0 4 9 】

以上のように、制御装置 C は、蓄電装置 4 を構成するセル 4 a の温度及び劣化度合いの少なくとも何れか一方に基づいて、セル 4 a の劣化が進行し難いような目標充電電力 P b を決定した上で、電力品質制御を行いながら、その目標充電電力 P b を蓄電装置 4 へ充電することができる。

【 0 0 5 0 】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態の電力供給システムは、目標充電電力 P b の決定手法が上記第 1 実施形態と異なっている。以下に、第 2 実施形態の電力供給システムについて説明するが、第 1 実施形態と同様の構成については説明を省略する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態の電力供給システムは図 1 に示した構成と同じであるが、制御装置 C が実施する第 1 充電制御の内容（目標充電電力 P b の決定手法）が上記第 1 実施形態と異なっている。具体的には、本実施形態において、制御装置 C は、その内部メモリなどの記憶手段（図示せず）に、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a のセル電圧（即ち、セル 4 a の個別の電圧）のうちの最高セル電圧と目標充電電流との関係式を記憶している。そして、制御装置 C は、その関係式に基づいて、現在の最高セル電圧に対応する目標充電電流を決定し、その目標充電電流と蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a による合計電圧との積を、蓄電装置 4 への目標充電電力 P b として導出する。尚、本実施形態でも、セル管理ユニット 4 b が得た各セル 4 a の電圧についての情報は制御ユニット 4 d に伝達され、更に、蓄電装置 4 から制御装置 C へと伝達される。

【 0 0 5 2 】

図 6 は、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a のセル電圧のうちの最高セル電圧と目標充電電流との関係式の例を示すグラフである。図示するように、この関係式では、最高セル電圧が高くなるほど、目標充電電流が小さくなる関係が設定されている。このように、目標充電電流と複数のセル 4 a による合計電圧との積を目標充電電力とするとき、その目標充電電流は、最高セル電圧が高くなるほど目標充電電流が小さくなる関係が設定されている関係式に従って決定される。つまり、複数のセル 4 a のうち、セル電圧が最高となっているセル（最高セル電圧のセル）4 a は、蓄電量が最大となっているセルであるので、そのセルに対する過充電の抑制を目的にしながら、全セルに対して充電が行われる。言い換えると、上記関係式に基づいて決定した目標充電電流と、複数のセル 4 a による合計電圧との積から、蓄電装置 4 への目標充電電力 P a が導出されるということは、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a のうち、最もセル電圧の高いセル 4 a（即ち、最も蓄電量が大きいセル 4 a）への充電電流に合わせて他のセル 4 a への充電も行われることを意味している。

【 0 0 5 3 】

< 第 3 実施形態 >

第 3 実施形態の電力供給システムは、自己システムが外部の電力システムとの間を接続する充電用インバータ装置を備える点で上記実施形態と異なっている。以下に、第 3 実施形態の電力供給システムについて説明するが、上記実施形態と同様の構成については説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

図7は、第3実施形態の電力供給システムの構成を示す図である。図示するように、本実施形態の電力供給システムは、複数個の自己システム10のうちの一つの自己システム10Bの蓄電装置4と外部の電力系統20との間を外部接続線22を用いて接続する充電用インバータ装置21を備える。この電力系統20は、例えば、電力の供給事業を行っている電力会社などがその電力供給のために利用している系統のことである。また、制御装置Cは、後述するように、自立インバータ装置5に対して電力品質制御を行わせ、及び、連繋インバータ装置9に対して電力融通制御を行わせ、及び、充電用インバータ装置21に対して第2充電制御を行わせる。外部接続線22は、充電用インバータ装置21と電力系統20とを接続するための第1外部接続線22aと、充電用インバータ装置21と蓄電装置4とを接続するための第2外部接続線22bとで構成される。

10

【 0 0 5 5 】

本実施形態でも、制御装置Cは、上記実施形態と同様に、電力品質制御として、一つの自己システム10が有する自立インバータ装置5に対して、その一つの自己システム10が有する蓄電装置4を用いて、その自立インバータ装置5が第2自己接続線2bを用いて接続されている交流線1での電力の電圧を目標電圧とし及び交流線1での電力の周波数をその蓄電装置4の蓄電量に応じて決定される目標周波数とする制御を行わせ、並びに、電力融通制御として、一つの自己システム10と他の自己システム10との間で相互接続線3を用いて電力を融通するとき、相互接続線3を構成する第1相互接続線3aと第2相互接続線3bとの間に設けられる連繋インバータ装置9に対して、一つの自己システム10及び他の自己システム10のそれぞれにおける交流線1での目標周波数に基づいて、蓄電装置4の蓄電量が相対的に大きい自己システム10から、蓄電装置4の蓄電量が相対的に小さい自己システム10へと電力を融通させる。

20

【 0 0 5 6 】

次に、第2充電制御について説明する。

図8は、第2充電制御を説明する図である。図示するように、制御装置Cは、第2充電制御として、充電用インバータ装置21に対して第2外部接続線22bを用いて接続されている一つの蓄電装置4への充電開始条件が満たされたと判定すると、充電用インバータ装置21に対して、その一つの蓄電装置4を有する自己システム10Bにおいて行われる電力品質制御のために自立インバータ装置5から交流線1へ供給される電力 P_c と一つの蓄電装置4への目標充電電力 P_b との和の電力 P_a を、第1外部接続線22aから第2外部接続線22bへと供給させてその一つの蓄電装置4への充電を行わせるように構成されている。本実施形態でも、各電力 P_a 、 P_b 、 P_c について、図8中に矢印で示す方向を正の方向としている。つまり、「 $P_a = P_b + P_c$ 」という関係が成立する。そして、上記第1実施形態で説明したのと同様に、この第2充電制御において、電力 P_a 及び電力 P_c は負の電力となることもある。

30

【 0 0 5 7 】

本実施形態の第2充電制御において、上記目標充電電力 P_b の決定手法は、第1実施形態及び第2実施形態で説明した目標充電電力 P_b の決定方法と同様である。

即ち、第1実施形態で説明した目標充電電力 P_b の決定方法に倣うと、制御装置Cは、蓄電装置4を構成する複数のセル4aによる合計電圧が基準電圧未満のとき、蓄電装置4への目標充電電力 P_b を、その合計電圧と一定の基準電流との積によって導出する定電流充電を行い、上記合計電圧が基準電圧以上のとき、蓄電装置4への目標充電電力 P_b を、基準電圧と目標充電電流との積によって導出する定電圧充電を行い、目標充電電流を、一定の基準電流を初期値とし、時間経過と共に電流を減少させる電流曲線によって決定し、電流曲線を、蓄電装置4を構成するセル4aの劣化度合い及び温度の少なくとも何れか一方に基づいて決定する。

40

【 0 0 5 8 】

或いは、第2実施形態で説明した目標充電電力 P_b の決定方法に倣うと、制御装置Cは、蓄電装置4を構成する複数のセル4aのセル電圧のうちの最高セル電圧と目標充電電流

50

との関係式に基づいて、現在の最高セル電圧に対応する目標充電電流を決定し、その目標充電電流と蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a による合計電圧との積を、蓄電装置 4 への目標充電電力 P_b として導出し、上記関係式では、最高セル電圧が高くなるほど、目標充電電流が小さくなる関係が設定されている。

【 0 0 5 9 】

< 別実施形態 >

上記実施形態において、電力供給システムが備える自己システムの数は適宜変更可能である。例えば、自己システムの数は、2 個、数十個、数百個など、適宜設定可能であり、自在に追加・削除も可能である。

【 0 0 6 0 】

上記実施形態では、周波数変動値を導出する関係式（数式 2）：「 $f = A \times [SOC] + B$ 」は例示目的で記載したものであり、適宜変更可能である。また、上記実施形態では、自立インバータ装置 5 が、交流線 1 での電力の周波数が蓄電装置 4 の蓄電量が大きくなるにつれて高くなる関係（即ち、数式 2 において係数 A が正の値をとる場合）で決定される目標周波数となるように制御する例を説明したが、それとは逆に、自立インバータ装置 5 が、交流線 1 での電力の周波数が蓄電装置 4 の蓄電量が大きくなるにつれて低くなる関係（即ち、数式 2 において係数 A が負の値をとる場合）で決定される目標周波数となるように制御してもよい。

【 0 0 6 1 】

上記実施形態において、第 1 充電制御及び第 2 充電制御における充電停止のタイミングは適宜設定できる。例えば、制御装置 C は、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a による合計電圧が上限合計電圧になったときに、第 1 充電制御又は第 2 充電制御による充電を停止するような制御を行うことができる。或いは、制御装置 C は、蓄電装置 4 を構成する複数のセル 4 a の個別のセル電圧のうちの最高セル電圧が上限個別セル電圧になったときに、第 1 充電制御又は第 2 充電制御による充電を停止するような制御を行うことができる。

【 0 0 6 2 】

上記実施形態において、図 6 で示した、最高セル電圧と目標充電電流との関係式は適宜変更可能である。例えば、図 6 には、最高セル電圧と目標充電電流とを非線形の関係で設定した例を示したが、両者を線形の関係で設定してもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 3 】

本発明は、蓄電装置を用いて交流線の電力品質を維持する電力品質制御を行いながら蓄電装置への充電も行うことができる電力供給システムに利用できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 4 】

- 1 : 交流線
- 2 : 自己接続線
- 2 a : 第 1 自己接続線
- 2 b : 第 2 自己接続線
- 3 : 相互接続線
- 4 : 蓄電装置
- 4 a : セル
- 4 b : セル管理ユニット
- 4 b t : 温度測定手段
- 4 b v : 電圧測定手段
- 4 c : 電流センサ
- 4 d : 制御ユニット
- 5 : 自立インバータ装置
- 6 : 電力消費装置
- 7 : 発電装置

10

20

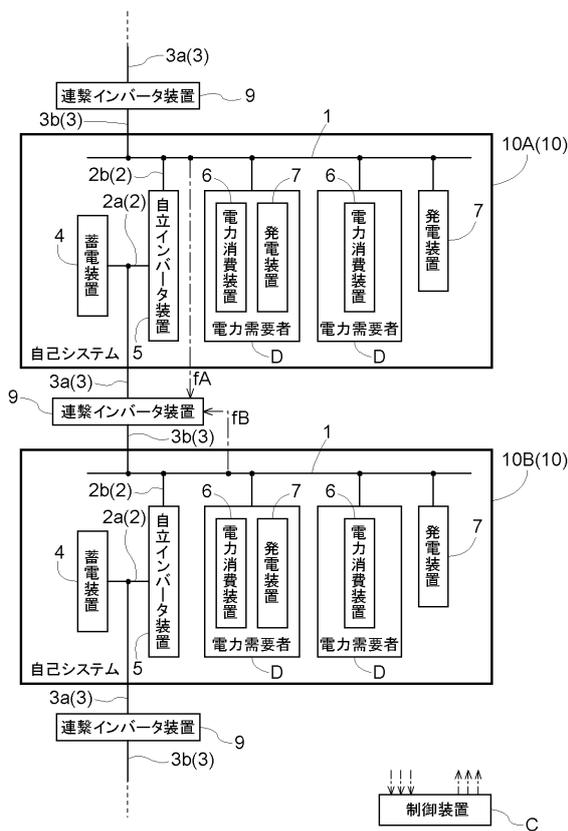
30

40

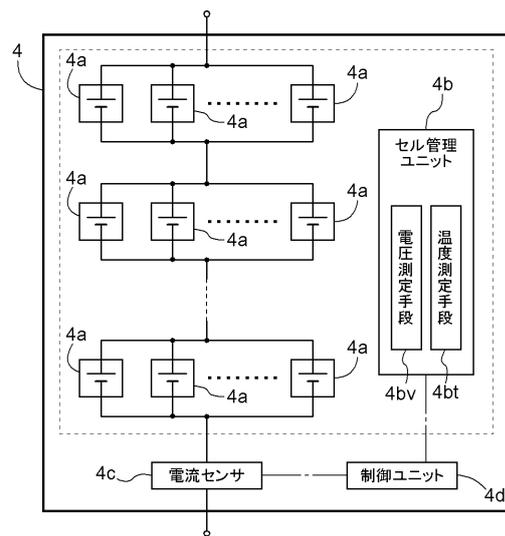
50

- 9 : 連繋インバータ装置
- 10 : 自己システム
- 20 : 電力系統
- 21 : 充電用インバータ装置
- 22 : 外部接続線
- 22 a : 第1外部接続線
- 22 b : 第2外部接続線
- C : 制御装置
- D : 電力需要者

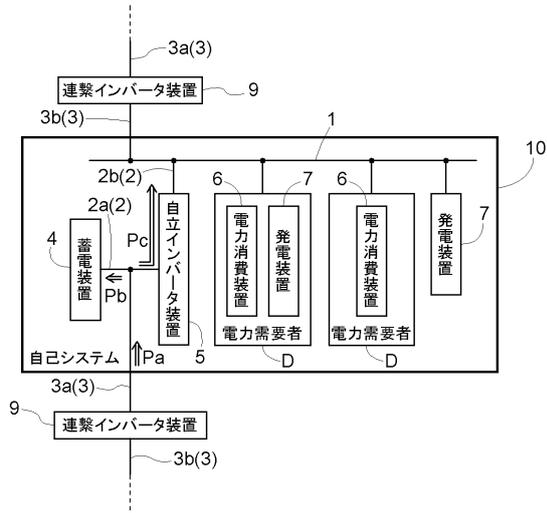
【図1】



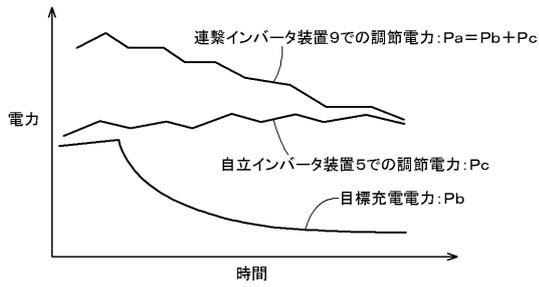
【図2】



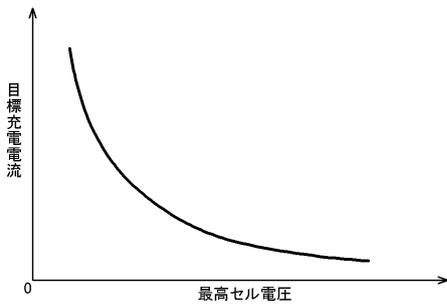
【図3】



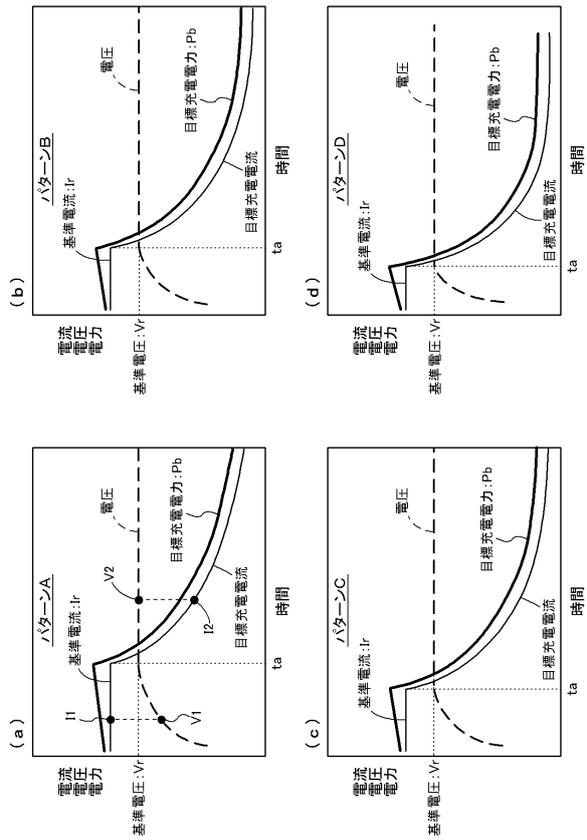
【図4】



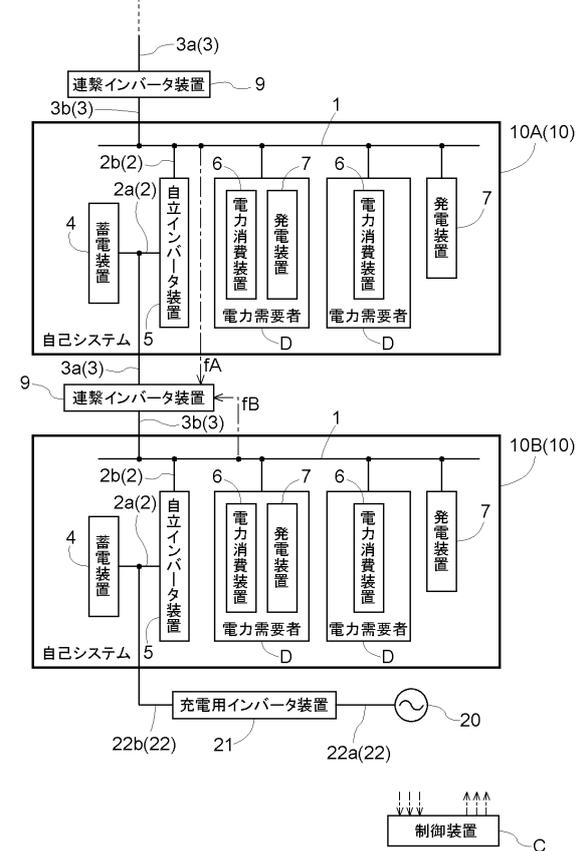
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 J 7/10 J
H 0 2 J 3/32
H 0 2 J 3/38 1 1 0

審査官 田中 慎太郎

(56)参考文献 国際公開第2013/175612(WO, A1)
米国特許出願公開第2015/0207322(US, A1)
国際公開第2010/103650(WO, A1)
特開2011-083086(JP, A)
特開平05-015072(JP, A)
特開2001-157307(JP, A)
特開2015-029390(JP, A)
米国特許出願公開第2011/0140648(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 J 3 / 0 0 - 5 / 0 0
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2
7 / 3 4 - 7 / 3 6